

# (12) International Application Status Report

**Received at International Bureau:** 24 February 2005 (24.02.2005)

**Information valid as of:** Not available

**(10) Publication number:**

WO2005/078949

**(43) Publication date:**

25 August 2005 (25.08.2005)

**(26) Publication language:**

Japanese (JA)

**(21) Application Number:**

PCT/JP2005/001791

**(22) Filing Date:**

07 February 2005 (07.02.2005)

**(25) Filing language:**

Japanese (JA)

**(31) Priority number(s):**

2004-034347 (JP)

**(31) Priority date(s):**

12 February 2004 (12.02.2004)

**(31) Priority status:**

Priority document received (in compliance with PCT Rule 17.1)

**(51) International Patent Classification:**

**H04B 1/10** (2006.01); **H04B 1/707** (2006.01); **H04B 3/06** (2006.01); **H04B 7/26** (2006.01); **H04B 7/005** (2006.01)

**(71) Applicants:**

NEC Corporation [JP/JP]; 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1088001 (JP) *(for all designated states except US)*

MATSUMOTO, Mariko [JP/JP]; c/o NEC Corporation, 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1088001 (JP) *(for US only)*

YOSHIDA, Syousei [JP/JP]; c/o NEC Corporation, 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1088001 (JP) *(for US only)*

**(72) Inventors:**

MATSUMOTO, Mariko; c/o NEC Corporation, 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1088001 (JP)

YOSHIDA, Syousei; c/o NEC Corporation, 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1088001 (JP)

**(74) Agent(s):**

MARUYAMA, Takao; MARUYAMA PATENT OFFICE, SAM Build. 3floor, 38-23, Higashi-Ikebukuro 2-chome, Toshima-ku, Tokyo 1700013 (JP)

**(54) Title (EN):** MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS APPARATUS USED THEREIN

**(54) Title (FR):** SYSTÈME DE COMMUNICATION MOBILE ET APPAREIL SANS FIL UTILISÉ DANS CELUI-CI

**(54) Title (JA):** 移動通信システム及びそれに用いる無線装置

**(57) Abstract:**

**(EN):** A mobile communication system wherein the reception characteristic has been improved by use of a small circuit size or small power consumption. A transmission path vector estimation part (181) estimates transmission path vectors by use of a method in which an input signal from a base station reception part is multiplied by the complex conjugate of a known pilot signal and then averaged (in a case of CDMA, the pilot signal is despread and averaged) in accordance with a multi-path timing received from a multi-path timing detection part. A noise estimation part (182) estimates a noise power from a received signal, and a transmission path matrix production part (183) arranges the estimated transmission path vectors in accordance with the multi-path timing to produce a transmission path matrix. A weight calculation part (184) calculates a weight matrix from the noise estimation value and from the transmission path matrix, and the filter weight vector as obtained is set to an equalization filter (185).

**(FR):** Système de communication mobile dans lequel la caractéristique de réception est améliorée par utilisation d'un circuit de petite taille ou d'une faible consommation de puissance. Une partie évaluation vecteur de voie de transmission (181) évalue les vecteurs de voie de transmission à l'aide d'un procédé dans lequel un signal d'entrée provenant d'une partie réception de la station de base est multiplié par le conjugué complexe d'un signal pilote connu puis moyenné (en cas de CDMA, le signal pilote est recueilli et moyenné) selon un minutage multivoie reçu d'une partie détection minutage multivoie. Une partie évaluation du bruit (182) évalue une puissance de bruit provenant d'un signal reçu, et une partie production matricielle de voie de transmission (183) arrange les vecteurs évalués de voie de transmission selon le minutage multivoie pour produire une matrice de voie de transmission. Une partie calcul pondéral (184) calcule une matrice pondérale à partir de la valeur d'évaluation du bruit et à partir de la matrice de voie de transmission, et le vecteur pondéral de filtre ainsi obtenu est réglé sur un filtre d'égalisation (185).

(JA): 小さい回路規模または小さい消費電力で受信特性を改善することが可能な移動通信システムを提供する。  
伝送路ベクター推定部 181 はマルチバスタイミング検出部から送られてきたマルチバスタイミングにしたがって、基地局受信部からの入力信号に既知のパイロット信号の複素共役を掛けて平均化(CDMAの場合にパイロット信号を逆拡散して平均化)する等の方法によって伝送路ベクターを推定する。ノイズ推定部 182 は受信信号からノイズ電力を推定し、伝送路行列生成部 183 は推定された伝送路ベクターをマルチバスタイミングにしたがって並べて伝送路行列を生成する。ウェイト計算部 184 はノイズ推定値と伝送路行列とからウェイト行列を計算し、得られたフィルタウェイトベクターを等化フィルタ 185 に設定する。

**International search report:**

Received at International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005) [JP]

**International preliminary examination report:**

Chapter II demand received: 20 October 2005 (20.10.2005)

**(81) Designated States:**

AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

European Patent Office (EPO) : AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

African Intellectual Property Organization (OAPI) : BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG

African Regional Intellectual Property Organization (ARIPO) : BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW

Eurasian Patent Organization (EAPO) : AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM

10589346

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 8 月 25 日 (25.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/078949 A1

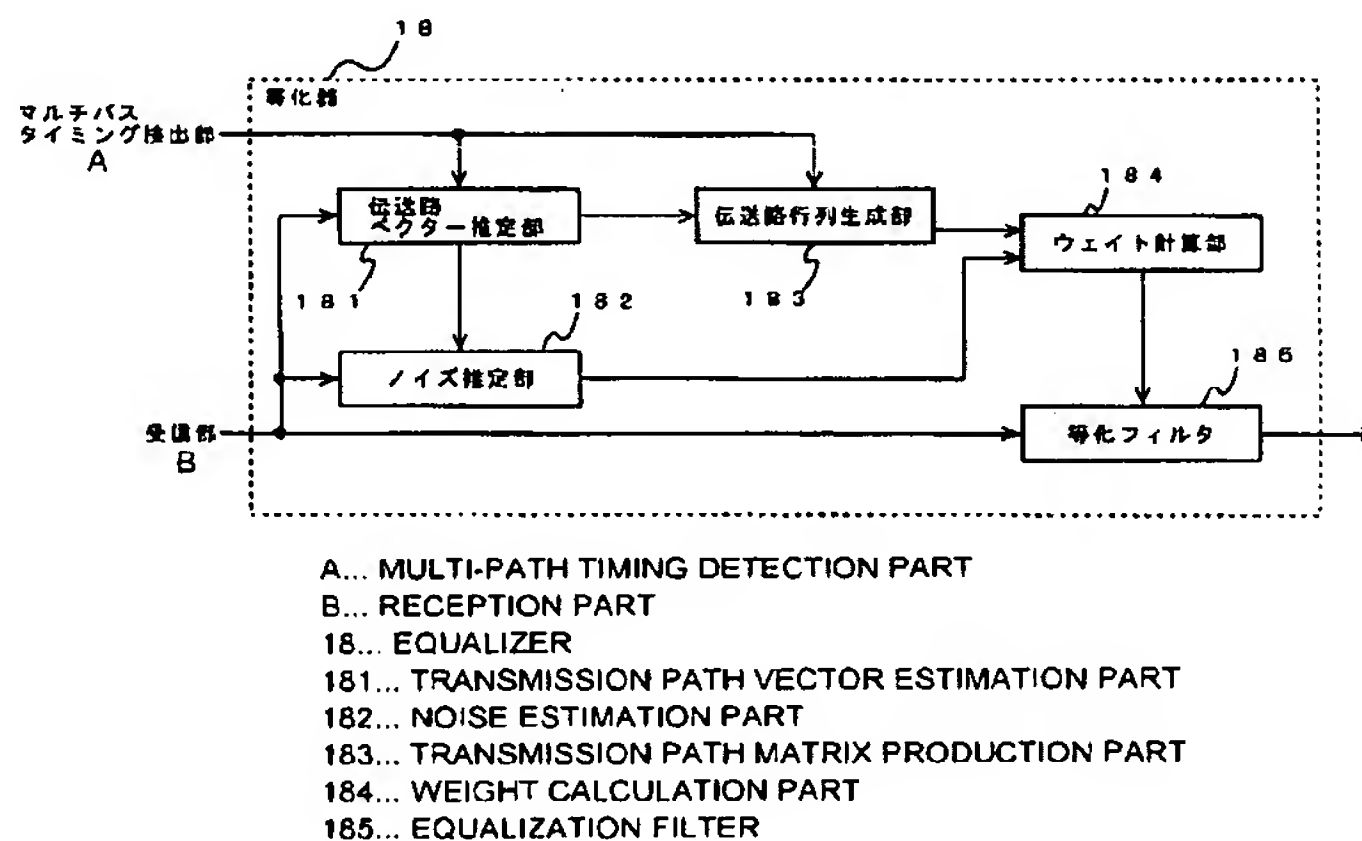
(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04B 1/707, 1/10, 3/06, 7/005, 7/26  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001791  
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 7 日 (07.02.2005)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2004-034347 2004 年 2 月 12 日 (12.02.2004) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 真理子 (MATSUMOTO, Mariko) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).  
吉田 尚正 (YOSHIDA, Syousei) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).  
(74) 代理人: 丸山 隆夫 (MARUYAMA, Takao); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 2-3 8-23 SAMビル 3 階 丸山特許事務所 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS APPARATUS USED THEREIN

(54) 発明の名称: 移動通信システム及びそれに用いる無線装置



(57) Abstract: A mobile communication system wherein the reception characteristic has been improved by use of a small circuit size or small power consumption. A transmission path vector estimation part (181) estimates transmission path vectors by use of a method in which an input signal from a base station reception part is multiplied by the complex conjugate of a known pilot signal and then averaged (in a case of CDMA, the pilot signal is despread and averaged) in accordance with a multi-path timing received from a multi-path timing detection part. A noise estimation part (182) estimates a noise power from a received signal, and a transmission path matrix production part (183) arranges the estimated transmission path vectors in accordance with the multi-path timing to produce a transmission path matrix. A weight calculation part (184) calculates a weight matrix from the noise estimation value and from the transmission path matrix, and the filter weight vector as obtained is set to an equalization filter (185).

(57) 要約: 小さい回路規模または小さい消費電力で受信特性を改善することが可能な移動通信システムを提供する。伝送路ベクトル推定部 181 はマルチパスタイミング検出部から送られてきたマルチパスタイミングにしたがって、基地局受信部からの入力信号に既知のパイロット信号の複素共役を掛けて平均化 (CDMA の場合にパイロット信号を逆拡散して平均化) する等の方法によって伝送路ベクトルを推定する。ノイズ推定部 182 は受信信号からノイズ電力を推定し、伝送路行列生成部 183 は推定された伝送

[続葉有]

WO 2005/078949 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

路ベクターをマルチパスタイミングにしたがって並べて伝送路行列を生成する。ウェイト計算部184はノイズ推定値と伝送路行列とからウェイト行列を計算し、得られたフィルタウェイトベクターを等化フィルタ185に設定する。

## 明 細 書

### 移動通信システム及びそれに用いる無線装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は移動通信システム及びそれに用いる無線装置に関し、特に移動通信システムに用いられかつ波形等化器を含む無線装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、移動通信システムにおいては、基地局無線装置及び移動局無線装置を含んで構成されており、これら基地局無線装置と移動局無線装置との間を結ぶ電波の伝搬路が複数通り存在するマルチパスという現象が観測されている。
- [0003] 上記の移動通信システムとしては、CDMA(Code Division Multiple Access:符号分割多重アクセス方式)無線装置を用いるシステムがあり、そのシステム例を図1に示す。
- [0004] 図1において、基地局7はネットワーク(図示せず)からの信号に対してチャネル符号化部71にて無線チャネルに適したチャネル符号化を行う。チャネル符号化された信号には基地局変調部72にて拡散変調が行われ、その拡散変調された信号は基地局送信部73にて送信のための増幅が行われ、基地局送信アンテナ74から下り電波101として送信される。尚、基地局送信部73は、D/A(デジタル/アナログ)コンバータや搬送波周波数への周波数変換を含む場合もある。
- [0005] 下り電波101は伝送路100によってマルチパス、チャネル干渉、雑音等の影響を受けるので、これら伝送路100の影響によって受信特性が劣化する。
- [0006] 移動局8は移動局受信アンテナ81にて下り電波101を受信すると、その下り電波101を電気信号に変換し、移動局受信部82にて受信のための増幅を行う。尚、移動局受信部82は、A/D(アナログ/デジタル)コンバータやベースバンド周波数への周波数変換を含む場合もある。
- [0007] 増幅された信号からは移動局マルチパスタイミング検出部83にて既知のパイロット信号を用いてマルチパスタイミングが検出され、そのマルチパスタイミングを用いて移動局フィンガレイク部84にて逆拡散及びレイク合成が行われる。移動局チャネル復



号部85はそれら逆拡散及びレイク合成の結果を基にチャネル復号を行い、さらに信号が音声データの場合には音声データを音声に変換してスピーカ86から出力し、信号が画像やメールその他のデータの場合には、表示部87にて画像や情報表示等を行う。

- [0008] 一方、移動局8は音声情報をマイク88で拾って変換し、もしくは入力端末89からの入力データを電送できるデータに変換し、移動局チャネル符号化部90にてチャネル符号化し、移動局変調部91にて拡散変調を行い、移動局送信部92にて増幅を行い、移動局送信アンテナ93から上り電波102として送信する。尚、移動局送信部92は、D/Aコンバータや搬送波周波数への周波数変換を含む場合もある。
- [0009] 上り電波102は伝送路100によってマルチパス、チャネル干渉、雑音等の影響を受けるので、これら伝送路100の影響によって受信特性が劣化する。
- [0010] 基地局7は基地局アンテナ75で上り電波102を受信すると、その上り電波102を電気信号に変換し、基地局受信部76にて増幅を行う。尚、基地局受信部76はA/Dコンバータやベースバンド周波数への周波数変換を含む場合もある。
- [0011] 増幅された信号からは基地局マルチパスタイミング検出部77にて既知のパイロット信号を用いてマルチパスタイミングが検出され、そのマルチパスタイミングを用いて基地局フィンガレイク部78にて逆拡散及びレイク合成が行われ、基地局チャネル復号部79にてチャネル復号が行われ、チャネル復号された信号をネットワークに送る。
- [0012] 上記のようなCDMA無線装置では、伝送路100のマルチパスの影響によってコードの直交性が崩れて、受信信号の特性の劣化が起こる。

特許文献1:特開平11-239082号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0013] 上述した従来のCDMA無線装置では、伝送路のマルチパスの影響によってマルチパス干渉が生じ、そのマルチパス干渉によって受信特性が劣化するという問題がある。
- [0014] そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、小さい回路規模または小さい消費電力で受信特性を改善することができる移動通信システム及びそれに用いる無線

装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0015] 本発明による第1の移動通信システムは、受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含む無線装置からなる移動通信システムであって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器とを前記無線装置に備えている。

[0016] 本発明による第2の移動通信システムは、受信信号を等化する等化器を持つ無線装置からなる移動通信システムであって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に備えている。

[0017] 本発明による第3の移動通信システムは、受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含む無線装置からなる移動通信システムであって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する

等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に備えている。

- [0018] 本発明による第4の移動通信システムは、受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器と、前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングにしたがって通常受信を行うフィンガレイク手段とを前記無線装置に備えている。

- [0019] 本発明による第5の移動通信システムは、受信信号を等化する等化器を持ちかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に備えている。

- [0020] 本発明による第6の移動通信システムは、受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、



前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に備えている。

[0021] 本発明による第7の移動通信システムは、受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、

少なくとも多重されるコード数が一定値以上である伝送状態を基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に備えている。

[0022] 本発明による第1の無線装置は、受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含む無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器とを備えている。

[0023] 本発明による第2の無線装置は、受信信号を等化する等化器を持つ無線装置であって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状

態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを備えている。

- [0024] 本発明による第3の無線装置は、受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含む無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを備えている。

- [0025] 本発明による第4の無線装置は、受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器と、前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングにしたがって通常受信を行うフィンガレイク手段とを備えている。

- [0026] 本発明による第5の無線装置は、受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状

態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを備えている。

[0027] 本発明による第6の無線装置は、受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを備えている。

[0028] 本発明による第7の無線装置は、受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

少なくとも多重されるコード数が一定値以上である伝送状態を基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを備えている。

[0029] すなわち、本発明の第1の移動通信システムは、マルチパスタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段と、そのマルチパスタイミングにしたがって伝送路特性を推定して等化器の伝送路行列生成に用いる伝送路行列生成手段と、その行列を用

いて等化フィルタのウェイトを計算するウェイト計算手段とを有している。上記の伝送路行列生成手段はマルチパスタイミングの伝送路だけでなく、その位置の近傍の伝送路も用いている。

- [0030] 本発明の第2の移動通信システムは、受信信号の状態を、信号対干渉電力比推定[以下、SIR(Signal to Interference power Ratio)推定とする]、信号対雑音電力比推定[以降、SNR(Signal to Noise power Ratio)推定とする]、信号対雑音干渉電力比推定、マルチパス数推定、マルチパス間隔推定、遅延分散推定のうちの少なくともいずれか一つを行う伝送路推定手段と、推定値が予め設定されたスレッシュホールド値以上か否か等によって等化器が必要か否かを判定する判定手段と、等化器が必要な伝送路において等化器を動作させて受信信号が等化フィルタを通過するようにし、等化器が不要な伝送路において受信信号が等化フィルタを迂回するようにし、それとともに等化器の動作停止を行う選択手段とを有している。
- [0031] 本発明の第3の移動通信システムは、マルチパスタイミング検出手段が出力するマルチパスタイミングからその数及び間隔を予め設定されたスレッシュホールド値と比較することで、等化器に向けた伝送路状態かどうかを判断する伝送路判定手段と、その判断にしたがって等化器動作に適さない伝送路の場合に等化器の動作を止める選択手段とを有している。
- [0032] 本発明の第4の移動通信システムは、通信方式がCDMA(Code Division Multiple Access:符号分割多重アクセス方式)であり、通常受信のためのフィンガレイク受信手段及び等化受信のための等化手段の両方にマルチパスタイミングを与えるマルチパスタイミング検出手段と、これら等化手段とフィンガレイク受信手段とを選択的に用いる選択手段とを有している。
- [0033] 本発明の第5の移動通信システムは、マルチパスタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段と、そのマルチパスタイミングの伝送路特性を推定して等化器の伝送路行列生成に用い、ウェイト計算手段はその行列を用いて等化フィルタのウェイトを計算する伝送路行列生成手段とを有している。伝送路行列生成手段は、マルチパスタイミングの伝送路だけでなく、そのタイミングの近傍の伝送路も用いている。
- [0034] 本発明の第6の移動通信システムは、通信方式がCDMAであり、フィンガレイク受



信において用いられるフィンガにタイミングを与えるマルチパスタイミング検出手段と、受信信号の状態をSIR検出等で検出する検出判定手段と、SIRが任意のスレッシュホルド値以上の場合に等化器を有効にし、スレッシュホルド値以下の場合に等化器を止めてフィンガレイク受信を有効にする選択手段とを有している。

- [0035] 本発明の第7の移動通信システムは、受信信号の状態をSIR推定、SNR推定、信号対雑音干渉電力比推定、マルチパス数推定、マルチパス間隔推定、遅延分散推定等を行う伝送路推定手段と、推定値が予め設定されたスレッシュホルド値以上か否か等によって等化器が必要か否かを判定する判定手段と、等化器が必要な伝送路において等化器を動作させて受信信号が等化フィルタを通過するようにし、不要な伝送路において受信信号が等化フィルタを迂回するようにし、それとともに等化器の動作停止を行う選択手段とを有している。
- [0036] 本発明の第8の移動通信システムは、マルチパスタイミング検出手段が出力するマルチパスタイミングからその数及び間隔を予め設定されたスレッシュホルド値と比較することで等化器に向けた伝送路状態かどうかを判断する伝送路判定手段と、その判断にしたがって等化器の動作に適さない伝送路の場合に等化器の動作を止める選択手段とを有している。
- [0037] 本発明の第9の移動通信システムは、通信方式がCDMAであり、通常受信のためのフィンガレイク受信手段及び等化受信のための等化手段の両方にマルチパスタイミングを与えておりマルチパスタイミング検出手段と、これら等化手段とフィンガレイク受信手段とを選択的に用いる選択手段とを有している。
- [0038] これによって、本発明の移動通信システムは、等化器の計算にマルチパスタイミングを用いることで等化ウェイトの計算量そのものを減らせるため、少ない計算量で特性を改善することが可能となる。
- [0039] また、本発明の移動通信システムは、CDMAの場合、通常受信のフィンガレイクと等化器とで同じマルチパスタイミング検出部を使うため、小さい回路規模で特性を改善することが可能となる。
- [0040] さらに、本発明の移動通信システムは、伝送路状態推定部と、判定部と、伝送路判定部と、選択部とによって伝送路の状態を判定し、ノイズもしくは未知の妨害波の大



きな伝送路、マルチパス干渉の影響の小さな伝送路のような等化による効果の少ない伝送路において等化器の動作を止めるため、効果の少ない計算量を削減することが可能となる。

- [0041] さらにまた、本発明の移動通信システムは、伝送路状態推定部と、判定部と、伝送路判定部と、選択部とによって伝送路の状態を判定し、等化器によって特性の劣化する可能性のある伝送路、ノイズもしくは未知の妨害波の大きな伝送路、マルチパス干渉の影響の小さな伝送路のような等化による効果の少ない伝送路において等化器を有効にしないため、等化器による特性の劣化を削減することが可能となる。

#### 発明の効果

- [0042] 本発明は、以下に述べるような構成及び動作とすることで、小さい回路規模または小さい消費電力で受信特性を改善することができるという効果が得られる。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0043] 次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図2は本発明の第1の実施例による移動通信システムの構成を示すブロック図である。図2において、本発明の第1の実施例による移動通信システムは基地局1と移動局2とからなり、基地局1及び移動局2は伝送路100を介して相互に通信を行っている。
- [0044] 基地局1はチャンネル符号化部11と、基地局変調部12と、基地局送信部13と、基地局送信アンテナ14と、基地局アンテナ15と、基地局受信部16と、基地局マルチパスタイミング検出部17と、等化器18と、基地局復調部19と、基地局チャンネル復号部20とから構成されている。
- [0045] 移動局2は移動局アンテナ21と、移動局受信部22と、移動局マルチパスタイミング検出部23と、等化器24と、移動局復調部25と、移動局チャンネル復号部26と、スピーカ27と、表示部28と、マイク29と、入力端末30と、移動局チャンネル符号化部31と、移動局変調部32と、移動局送信部33と、移動局送信アンテナ34とから構成されている。
- [0046] 基地局マルチパスタイミング検出部17及び移動局マルチパスタイミング検出部23は基地局受信部16及び移動局受信部22の出力信号から既知のパイロット信号を用いてマルチパスタイミングを検出する。また、等化器18, 24は基地局1と移動局2とに

において必ずしも対になっている必要はなく、基地局1及び移動局2の両方、あるいは基地局1及び移動局2のどちらか一方に設けても良い。

- [0047] 図3は図2の等化器18の構成を示すブロック図である。図3において、基地局1の等化器18は伝送路ベクター推定部181と、ノイズ推定部182と、伝送路行列生成部183と、ウェイト計算部184と、等化フィルタ185とから構成されている。尚、移動局2の等化器24はこの等化器18と同様の構成となっている。
- [0048] 伝送路ベクター推定部181はマルチパスタイミング検出部17から送られてきたマルチパスタイミングにしたがって、基地局受信部16からの入力信号に既知のパイロット信号の複素共役を掛けて平均化、もしくはCDMA (Code Division Multiple Access: 符号分割多重アクセス方式) の場合にパイロット信号を逆拡散して平均化する等の方法によって伝送路ベクターを推定する。
- [0049] ノイズ推定部182は受信信号からノイズ電力を推定し、伝送路行列生成部183は伝送路ベクター推定部181にて推定された伝送路ベクターをマルチパスタイミングにしたがって並べて伝送路行列を生成する。
- [0050] ウェイト計算部184はノイズ推定部182のノイズ推定値と伝送路行列生成部183の伝送路行列とからウェイト行列を計算し、得られたフィルタウェイトベクターを等化フィルタ185に設定する。
- [0051] 図4は図3の等化フィルタ185の構成例を示すブロック図である。図4において、等化フィルタ185はFIR (Finite Impulse Response) フィルタの例を示している。等化フィルタ185は順次基地局受信部16から等化フィルタ185への入力信号が入力されるM個のシフトレジスタ(D)からなるシフトレジスタ群1851と、各シフトレジスタ出力にフィルタウェイト値( $W_0$ 〜 $W_M$ )を掛けるM+1個の乗算部からなるウェイト乗算部1852と、加算部( $\Sigma$ )1853とから構成されている。ここで、Mはタップ数を表している。
- [0052] 本実施例において、フィルタウェイトベクターとは、ウェイト乗算部1852で掛けるM+1個のフィルタウェイト値( $W_0$ 〜 $W_M$ )の列を示している。複素フィルタのIQそれぞれの要素を考える場合には、合計 $(M+1) \times 2$ 個の要素数になる。また、シフトレジスタ群1851のクロック速度分の1で、各レジスタ上の信号の時間差にあたる時間をタップ間隔 $T_{\text{tap}}$ と表す。

- [0053] 図5は本発明の一実施例における伝送路行列の生成方法を説明するための模式図である。これら図2ー図5を参照して本発明の第1の実施例による移動通信システムの動作について説明する。
- [0054] 本実施例はCDMAに限らないので、基地局変調部12、移動局変調部32、基地局復調部19、移動局復調部25は、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、FSK (Frequency Shift Keying)、GMSK (Gaussian filtered Minimum Shift Keying)、拡散変調等の変調及び復調を行う。
- [0055] 基地局受信部16、移動局受信部22からの受信信号は、基地局マルチパスタイミング検出部17、移動局マルチパスタイミング検出部23にて既知のパイロット信号を用いてマルチパスタイミングが検出され、そのマルチパスタイミングを用いて等化器18、24で受信特性を改善するために伝送路100の影響が排除され、基地局復調部19、移動局復調部25にてQPSK復調、QAM復調、FSK復調、GMSK復調、拡散復調等の復調処理が行われ、基地局チャネル復号部20、移動局チャネル復号部26に送られる。
- [0056] 基地局マルチパスタイミング検出部17、移動局マルチパスタイミング検出部23はそれぞれ既知のパイロット信号の複素共役を受信信号に掛け、平均化等を行うことによって、タイミングと電力もしくは振幅情報で表されるディレイプロファイルを描き、そのディレイプロファイルから伝送路100の影響であるマルチパスタイミングを検出する。
- [0057] その検出の際、パラメータとして検出する最大マルチパス数や、検出しようとするマルチパスの最大パスからの小ささや、検出マルチパス間隔や、前回検出したマルチパスタイミングかどうかによって、前方保護、後方保護等の制約を加えることがある。
- [0058] 図5(a), (b)に示す例では、ディレイプロファイルが最大のタイミング $t_0$ をマルチパスタイミングとして検出し、一定の検出パス間隔を保つために $t_0$ 周辺のタイミングをマスクし、次に大きい $t_1$ を検出している。
- [0059] このような機能は、CDMAのマルチパスタイミング検出部等で、パス間隔を規定せずに近傍サイドローブをフィンガレイク部に割り当ててしまうと、レイク合成後の特性が劣化し、また限られた数のフィンガが有効にマルチパスに割り当てられないために設

けられる。マルチパスタイミングとは上記のようにして検出する複数のパスのそれぞれのタイミング情報である。

[0060] 伝送路ベクター推定部181は、図5(a)に示すように、基地局マルチパスタイミング検出部17から送られてきたマルチパスタイミング $t_0$ ,  $t_1$ のタイミングで、基地局受信部16からの信号に既知のパイロット信号の複素共役を掛け平均化する(CDMAの場合にはパイロット信号を逆拡散して平均化する)ことによって伝送路ベクター $h_0$ ,  $h_1$ を推定する。

[0061] 一方、ノイズ推定部182は入力信号の電力と、平均化前後の伝送路ベクターの電力の差や比を用いて雑音を推定する。伝送路行列生成部183は、図5(c)に示すように、推定した伝送路ベクター $h_0$ ,  $h_1$ を、パス位置情報 $t_0$ ,  $t_1$ [秒]とタップ間隔 $T_{\text{tap}}$ [秒]とから計算される $\Delta n$ に従って並べ、伝送路行列 $H$ を生成する。

[0062] ウェイト計算部184はノイズ推定値と伝送路行列とから、

$$W = (H^H H + \sigma^2 I)^{-1} H^H$$

という式の計算によってウェイト行列 $W$ を計算し、ウェイト行列 $W$ の中心の行等、ウェイト行列 $W$ の中のベクターを抜き出すことによって求められるフィルターウェイトベクターを、等化フィルタ185に設定する。ここで、 $\sigma^2$ はノイズであり、 $I$ は単位行列である。

[0063] 上記の計算式は、MMSE(最小自乗平均誤差法: Minimum Mean Square Error)によって、マルチパス干渉を除去するように等化フィルタ185のウェイトを計算する式である。この式については、「HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)におけるマルチパス干渉キャンセラとチップ等化器の特性比較」(電子通信学会 信学技報 RCS2001-237)(文献1)等に詳述されている。

[0064] 次に、図5(b), (d)を用いて、伝送路行列生成部183がマルチパスタイミングの近傍の伝送路ベクターも用いる例を示す。1つのマルチパスタイミングに対して何個の伝送路ベクターを用いるかをパラメータ $N_{ca}$ で表す。上述した図5(a)に示す例では、マルチパスタイミングのパス1つにつき、伝送路ベクターが一つであり、これを $N_{ca} = 1$ と表す。

[0065] 続いて、1つのマルチパスタイミングに対して3個の伝送路ベクターを用いる $N_{ca} = 3$ の場合について説明する。伝送路ベクター推定部181はマルチパスタイミング $t_0$ に

対して、 $T_{\text{tap}}$ 離れの3つの伝送路ベクトル $h_{0-}$ ,  $h_0$ ,  $h_{0+}$ を推定する。伝送路ベクトル推定部181はマルチパスタイミング $t_1$ に対しても、上記と同様に、 $T_{\text{tap}}$ 離れの3つの伝送路ベクトル $h_{1-}$ ,  $h_1$ ,  $h_{1+}$ を推定する[図5(b)参照]。

[0066] 伝送路行列生成部183は、伝送路ベクトル $h_0$ と伝送路ベクトル $h_1$ との間隔 $\Delta n$ を保って、図5(d)に示すように配置し、伝送路行列 $H$ を生成する。

[0067] また、1つのマルチパスタイミングに対して5個の伝送路ベクトルを用いる $N_{\text{ca}}=5$ の場合の伝送路行列の例を図5(e)に示す。各マルチパスタイミング $t_0$ ,  $t_1$ に対して、 $T_{\text{tap}}$ 離れの5つずつの伝送路ベクトル $h_{0-2}$ ,  $h_{0-}$ ,  $h_{0+}$ ,  $h_{0+2}$ ,  $h_{1-2}$ ,  $h_{1-}$ ,  $h_1$ ,  $h_{1+}$ ,  $h_{1+2}$ を推定するところが、この例では、伝送路ベクトル $h_0$ と伝送路ベクトル $h_1$ との間は $4 \times T_{\text{tap}}$ [秒]しか離れていないため、伝送路ベクトル $h_{0+2}$ のパス位置と伝送路ベクトル $h_{1-2}$ のパス位置とが等しくなり、オーバーラップするので、片方の値を用いれば良い。ここでは、伝送路ベクトル $h_{0+2}$ のみを求めている。

[0068] 図6は本発明の第2の実施例による移動通信システムの構成を示すブロック図である。図6において、本発明の第2の実施例による移動通信システムは基地局5内に、基地局マルチパスタイミング検出部17、等化器18、基地局復調部19の代わりに等化部51を設け、移動局6内に、移動局マルチパスタイミング検出部23、等化器24、移動局復調部25の代わりに等化部61を設けた以外は図2に示す本発明の第1の実施例による移動通信システムと同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。

[0069] 図7は図6の等化部51の構成を示すブロック図である。図7において、等化部51はマルチパスタイミング検出部511と、等化器512と、合成前伝送路状態推定部513と、判定部514と、選択部515, 516と、復調部517とから構成されている。尚、図7中の点線矢印は制御信号を表しており、移動局6の等化部61は上記の等化部51と同様の構成となっている。

[0070] マルチパスタイミング検出部511は既知のパイロット信号を用いて受信信号からマルチパスタイミングを検出し、そのマルチパスタイミングを等化器512及び合成前伝送路状態推定部513に与える。等化器512はマルチパスタイミングを用いて受信信号から伝送路100の影響を排除する動作を行う。



- [0071] 合成前伝送路状態推定部513は伝送路状態を推定し、SIR推定、SNR推定、信号対雑音干渉電力比推定を行う。あるいは、合成前伝送路状態推定部513はマルチパス数、マルチパス間隔、遅延分散を推定する。
- [0072] 例えば、合成前伝送路状態推定部513がSIRを推定する場合、判定部514はSIRの値が所定のスレッシュホールド値より大きい場合、等化器512の動作に適した伝送路と判定し、選択部515, 516によって等化器512を有効にして受信信号が等化フィルタを通過するように制御し、小さい場合には、等化器512の動作に適さない伝送路と判定し、等化器512の動作を止めるか、受信信号が等化フィルタを通過しないように迂回させることによって無効とする。
- [0073] この動作によって、伝送路100にノイズが大きく、等化器動作に不向きな場合には、等化器512の動作を止めて等化器512の劣悪な状態での動作による劣化を避け、また等化器512の動作を止めることによって効果のない等化器512の動作による消費電力を押さえることができる。復調部517はQPSK復調、QAM復調、FSK復調、GMSK復調、拡散復調等、無線システムに合った復調を行う。
- [0074] 図8は本発明の第3の実施例による等化部52の構成を示すブロック図である。本発明の第3の実施例による移動通信システムは等化部51の代わりに等化部52を配置した以外は図6に示す本発明の第2の実施例による移動通信システムと同様の構成となっている。
- [0075] 図8において、等化部52はマルチパスタイミング検出部521と、等化器522と、伝送路判定部523と、選択部524, 525と、復調部526とから構成されている。尚、図8中の点線矢印は制御信号を表しており、本発明の第3の実施例による移動局の等化部(図示せず)は上記の等化部52と同様の構成となっている。
- [0076] 本実施例では、マルチパスタイミング検出部521が検出するマルチパスタイミングを、等化器522と伝送路判定部523とに入力する。伝送路判定部523はマルチパスタイミングから、検出パス数が複数であること、またそれらのパス間隔の少なくとも一つが任意に指定した値であるパス間隔スレッシュホールド値より短いこと等から、マルチパス干渉の起きやすさを判定する。
- [0077] 図5(f)を用いて説明すると、本実施例は4パスのマルチパスであり、マルチパスタイ

ミングとして $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ が送られる。マルチパス間隔 $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ はスレッシュホールド値より大きい、 $\Delta t_3$ はスレッシュホールド値として定めた間隔より小さいため、 $t_3$ と $t_4$ とのパスの間でパスマルチパス干渉が起きやすいと判定することができる。

[0078] 伝送路判定部523はマルチパス干渉が起きやすく、等化器522の効果が大きい伝送路状態でのみ、選択部524, 525を用いて等化器522を有効にすることによって、効果のある伝送路では等化器の効果を得ることができ、また効果が期待できない伝送路の時には、等化器522の無駄な動作による消費電力を抑えることができる。

[0079] 図9は本発明の第4の実施例による等化部53の構成を示すブロック図である。本発明の第4の実施例による移動通信システムは等化部51の代わりに等化部53を配置し、CDMAを用いた無線システムとした以外は図6に示す本発明の第2の実施例による移動通信システムと同様の構成となっている。

[0080] 図9において、等化部53はマルチパスタイミング検出部531と、等化器532と、逆拡散部533と、フィンガレイク部534と、合成前伝送路状態推定部535と、判定部536と、選択部537, 538とから構成されている。尚、図9中の点線矢印は制御信号を表しており、本発明の第4の実施例による移動局の等化部(図示せず)は上記の等化部53と同様の構成となっている。

[0081] マルチパスタイミング検出部531は既知のパイロット信号を用いて基地局受信部16の出力信号からマルチパスタイミングを検出し、検出したマルチパスタイミングを等化受信のための等化器532、もしくは通常受信のためのフィンガレイク部534と、合成前伝送路状態推定部535とに与える。

[0082] 等化器532はマルチパスタイミングを用いて受信信号から伝送路の影響を排除する動作を行い、逆拡散部533は逆拡散を行う。また、フィンガレイク部534は複数のフィンガとレイクとで構成され、マルチパスタイミングにしたがって複数のフィンガがそれぞれ信号を逆拡散して伝送路特性を排除し、レイクが複数のフィンガ出力を合成することによってマルチパス信号合成を行う。

[0083] 合成前伝送路状態推定部535は伝送路状態を推定する。その推定を行うために、合成前伝送路状態推定部535はSIR推定、SNR推定、信号対雑音干渉電力比推定のうちの少なくともいずれか一つを行う。

- [0084] 例えば、合成前伝送路状態推定部535がSIR推定を行ってその結果を出力すると、判定部536はSIRの値が任意のスレッシュホールド値より大きい場合、等化器532の動作に適した伝送路と判定し、選択部537, 538によって等化器532を有効にするとともに、フィンガレイク部534を無効にする。
- [0085] また、判定部536はSIRの値が任意のスレッシュホールド値より小さい場合、等化器532を止めてフィンガレイク部534を有効にする。この動作によって、ノイズが大きいため、等化器532の動作に不向きな伝送路では等化器532を止めてフィンガレイク部534を用いることによって、等化器532の劣悪な動作による劣化を避け、また効果のない等化器532の動作による消費電力を抑えることができる。
- [0086] 図10は本発明の第5の実施例による等化部54の構成を示すブロック図である。本発明の第5の実施例による移動通信システムは等化部51の代わりに等化部54を配置し、CDMAを用いた無線システムとした以外は図6に示す本発明の第2の実施例による移動通信システムと同様の構成となっている。
- [0087] 図10において、等化部54はマルチパスタイミング検出部541と、等化器542と、逆拡散部543と、フィンガレイク部544と、合成後伝送路状態推定部545と、判定部546と、選択部547, 548とから構成されている。尚、図10中の点線矢印は制御信号を表しており、本発明の第5の実施例による移動局の等化部(図示せず)は上記の等化部54と同様の構成となっている。
- [0088] 本実施例では、合成後伝送路状態推定部545を等化器542、フィンガレイク部544の後に配置している。合成後伝送路状態推定部545は等化及び逆拡散後、もしくはレイク合成後の信号からSIRを推定するために、マルチパスタイミングを必要とせず、その機能は簡単になる。それ以外の動作及び効果は、上述した本発明の第4の実施例と同様である。
- [0089] 図11は本発明の第6の実施例による等化部55の構成を示すブロック図である。本発明の第6の実施例による移動通信システムは等化部51の代わりに等化部55を配置し、CDMAを用いた無線システムとした以外は図6に示す本発明の第2の実施例による移動通信システムと同様の構成となっている。
- [0090] 図11において、等化部55はマルチパスタイミング検出部551と、等化器552と、逆

拡散部553と、フィンガレイク部554と、伝送路判定部555と、選択部556, 557とから構成されている。尚、図11中の点線矢印は制御信号を表しており、本発明の第6の実施例による移動局の等化部(図示せず)は上記の等化部55と同様の構成となっている。

[0091] 本実施例では、マルチパスタイミング検出部551が検出するマルチパスタイミングを、等化器552と伝送路判定部555とに入力する。伝送路判定部555は、上記の本発明の第3の実施例による伝送路判定部523と同様に、マルチパスタイミングからマルチパス干渉の起きやすさを判定し、マルチパス干渉が起きやすく、等化器552の効果が大きい伝送路状態でのみ、選択部556, 557を用いて等化器552を有効にし、マルチパス干渉が少なく、等化器552の効果が小さい伝送路状態では等化器552を止めてフィンガレイク部554を有効にすることによって、効果のある伝送路では等化器552の効果をを得ることができ、また効果の期待できない伝送路の時には等化器552の無駄な動作による消費電力を抑えることができる。

[0092] 図12は本発明の第7の実施例による等化部56の構成を示すブロック図である。本発明の第7の実施例による移動通信システムは等化部51の代わりに等化部56を配置し、CDMAを用いた無線システムとした以外は図6に示す本発明の第2の実施例による移動通信システムと同様の構成となっている。

[0093] 図12において、等化部56はマルチパスタイミング検出部561と、等化器562と、逆拡散部563と、フィンガレイク部564と、コード数判定部565と、選択部566, 567とから構成されている。尚、図12中の点線矢印は制御信号を表しており、本発明の第7の実施例による移動局の等化部(図示せず)は上記の等化部56と同様の構成となっている。コード数判定部565はコード数を判定し、コード数が多い時に等化器562を有効にし、少ない時に等化器562を無効にする動作を行う。

[0094] 図13は基地局マルチパスタイミング検出部及び移動局マルチパスタイミング検出部で用いる既知のパイロット信号を説明するための模式図である。図13において、これらの基地局マルチパスタイミング検出部及び移動局マルチパスタイミング検出部ではパイロット信号と呼ばれる既知の信号を用いているが、図13(a), (b)に示すように、TDMA(Time Division Multiple Access)、FDMA(Frequency Division



Multiple Access)、GMSK、OFDM(Optical Frequency Division Multiplexing)、CDMA等の通信方式ではデータ信号等の他の信号(図13の202, 204, 206, 208)に時間多重されて挿入される形でパイロット信号が挿入される(図13の201, 203, 205, 207)。

- [0095] また、CDMAでは、図7(c)に示すように、コード多重される。例えば、Ch1がパイロットチャンネル209、Ch2が制御情報を送るためのコントロールチャンネル210、Ch3、Ch4、Ch5がデータチャンネル(211, 212, 213)といったようにコードチャンネルが割り当てられる。この時、データチャンネルの数はその時点でのユーザ数やトラフィックによって変化するので、使用するコード数が増える。コード数判定部565はこのコード数の変化に応じて等化器562の有効、無効を制御する。
- [0096] 上述した本発明の第4～第7の実施例では、マルチパスタイミング検出部の出力を、等化器でもフィンガレイク部でも共用しているため、回路規模の削減効果がある。
- [0097] このように、本発明は、等化器の計算にマルチパスタイミングを用いることで、等化ウェイトの計算量そのものを減らせるため、少ない計算量で特性を改善することができる。
- [0098] また、本発明は、CDMAを用いる無線システムの場合、通常受信のフィンガレイク部と等化器とで同じマルチパスタイミング検出部を使うため、小さい回路規模で特性を改善することができる。
- [0099] さらに、本発明は、伝送路状態推定部、判定部、伝送路判定部、選択部によって伝送路の状態を判定し、ノイズもしくは未知の妨害波の大きな伝送路、もしくはマルチパス干渉の影響の小さな伝送路のような等化による効果の少ない伝送路において等化器の動作を止めるため、効果の少ない計算量を削減することができる。
- [0100] さらにまた、本発明は、伝送路状態推定部、判定部、伝送路判定部、選択部によって伝送路の状態を判定し、等化器によって特性が劣化する可能性のある伝送路、ノイズもしくは未知の妨害波の大きな伝送路、もしくはマルチパス干渉の影響の小さな伝送路のような等化による効果の少ない伝送路でも等化器を有効にしないため、等化器による特性の劣化を削減することができる。

産業上の利用可能性



[0101] 本発明は、携帯電話、PHS(Personal Handy-phone System)、無線情報端末、また携帯電話基地局、PHS基地局、無線基地局等に適用することが可能である。

#### 図面の簡単な説明

[0102] [図1]従来例による移動通信システムの構成を示すブロック図である。  
[図2]本発明の第1の実施例による移動通信システムの構成を示すブロック図である。  
[図3]図1の等化器の構成を示すブロック図である。  
[図4]図2の等化フィルタの構成例を示すブロック図である。  
[図5]本発明の一実施例における伝送路行列の生成方法を説明するための模式図である。  
[図6]本発明の第2の実施例による移動通信システムの構成を示すブロック図である。  
[図7]図5の等化部の構成を示すブロック図である。  
[図8]本発明の第3の実施例による等化部の構成を示すブロック図である。  
[図9]本発明の第4の実施例による等化部の構成を示すブロック図である。  
[図10]本発明の第5の実施例による等化部の構成を示すブロック図である。  
[図11]本発明の第6の実施例による等化部の構成を示すブロック図である。  
[図12]本発明の第7の実施例による等化部の構成を示すブロック図である。  
[図13]基地局マルチパスタイミング検出部及び移動局マルチパスタイミング検出部で用いる既知のパイロット信号を説明するための模式図である。

#### 符号の説明

[0103] 1, 5 基地局  
2, 6 移動局  
11 チャネル符号化部  
12 基地局変調部  
13 基地局送信部  
14 基地局送信アンテナ

- 15 基地局アンテナ
- 16 基地局受信部
- 17 基地局マルチパスタイミング検出部
- 18, 24, 512, 522, 532, 542, 552, 562 等化器
- 19 基地局復調部
- 20 基地局チャネル復号部
- 21 移動局アンテナ
- 22 移動局受信部
- 23 移動局マルチパスタイミング検出部
- 25 移動局復調部
- 26 移動局チャネル復号部
- 27 スピーカ
- 28 表示部
- 29 マイク
- 30 入力端末
- 31 移動局チャネル符号化部
- 32 移動局変調部
- 33 移動局送信部
- 34 移動局送信アンテナ
- 51〜56, 61 等化部
- 100 伝送路
- 181 伝送路ベクター推定部
- 182 ノイズ推定部
- 183 伝送路行列生成部
- 184 ウェイト計算部
- 185 等化フィルタ
- 511, 521, 531, 541, 551, 561 マルチパスタイミング検出部
- 512, 535 合成前伝送路状態推定部

514, 536, 546 判定部

515, 516, 524, 525, 537, 538, 547, 548, 556, 557, 566, 567 選択部

517, 526 復調部

523 伝送路判定部

533, 543, 553, 563 逆拡散部

534, 544, 554, 564 フィンガレイク部

545 合成後伝送路状態推定部

555 伝送路判定部

565 コード数判定部

1851 シフトレジスタ群

1852 ウェイト乗算部

1853 加算部

## 請求の範囲

- [1] 受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含む無線装置からなる移動通信システムであって、  
前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。
- [2] 前記伝送路ベクター推定手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを推定し、  
前記伝送路行列生成部は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを用いて前記伝送路行列を生成することを特徴とする請求項1記載の移動通信システム。
- [3] 受信信号を等化する等化器を持つ無線装置からなる移動通信システムであって、  
前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。
- [4] 前記伝送路状態推定手段は、信号対干渉電力比と信号対雑音電力比と信号対雑音干渉電力比雑音とのうちの少なくとも一つを推定し、  
前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値が予め設定された所定値より大きい場合に前記等化器による等化が必要な伝送路と判定し、前記所定値より小さい場合に前記等化器による等化が不要な伝送路と判定することを特徴とする請求

項3記載の移動通信システム。

- [5] 前記伝送路状態推定手段は、マルチパス数とマルチパス間隔と遅延分散とのうちの少なくとも一つを推定し、
- 前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値から前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項3記載の移動通信システム。
- [6] 受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含む無線装置からなる移動通信システムであって、
- 前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。
- [7] 前記伝送路判定手段は、前記マルチパスが複数であるか、前記マルチパスの間隔が一定値以下であるかを基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項6記載の移動通信システム。
- [8] 受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、
- 前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を



等化する等化器と、前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングにしたがって通常受信を行うフィンガレイク手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。

- [9] 前記伝送路ベクター推定手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを推定し、

前記伝送路行列生成手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを用いて前記伝送路行列を生成することを特徴とする請求項8記載の移動通信システム。

- [10] 受信信号を等化する等化器を持ちかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。

- [11] 前記伝送路状態推定手段は、信号対干渉電力比と信号対雑音電力比と信号対雑音干渉電力比雑音とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値が予め設定された所定値より大きい場合に前記等化器による等化が必要な伝送路と判定し、前記所定値より小さい場合に前記等化器による等化が不要な伝送路と判定することを特徴とする請求項10記載の移動通信システム。

- [12] 前記伝送路状態推定手段は、マルチパス数とマルチパス間隔と遅延分散とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値から前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項10記載の移動通信システム。

- [13] 受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、
- 前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。
- [14] 受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置からなる移動通信システムであって、
- 少なくとも多重されるコード数が一定値以上である伝送状態を基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを前記無線装置に有することを特徴とする移動通信システム。
- [15] 受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含む無線装置であって、
- 前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を

等化する等化器とを有することを特徴とする無線装置。

- [16] 前記伝送路ベクター推定手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを推定し、

前記伝送路行列生成部は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを用いて前記伝送路行列を生成することを特徴とする請求項15記載の無線装置。

- [17] 受信信号を等化する等化器を持つ無線装置であって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを有することを特徴とする無線装置。

- [18] 前記伝送路状態推定手段は、信号対干渉電力比と信号対雑音電力比と信号対雑音干渉電力比雑音とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値が予め設定された所定値より大きい場合に前記等化器による等化が必要な伝送路と判定し、前記所定値より小さい場合に前記等化器による等化が不要な伝送路と判定することを特徴とする請求項17記載の無線装置。

- [19] 前記伝送路状態推定手段は、マルチパス数とマルチパス間隔と遅延分散とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値から前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項17記載の無線装置。

- [20] 受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含む無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定さ

れた時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号に対する等化を抑止する選択手段とを有することを特徴とする無線装置。

[21] 前記伝送路判定手段は、前記マルチパスが複数であるか、前記マルチパスの間隔が一定値以下であるかを基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項20記載の無線装置。

[22] 受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段を含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングに基づいて伝送路ベクターを推定する伝送路ベクター推定手段と、前記伝送路ベクター推定手段で推定された伝送路ベクターを前記マルチパスタイミングにしたがって予め設定された方法で並べて伝送路行列を生成する伝送路行列生成手段と、前記伝送路行列生成手段で生成された伝送路行列を用いてフィルタウェイトを計算するウェイト計算手段と、前記ウェイト計算手段で計算されたフィルタウェイトを用いて前記受信信号を等化する等化器と、前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングにしたがって通常受信を行うフィンガレイク手段とを有することを特徴とする無線装置。

[23] 前記伝送路ベクター推定手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを推定し、

前記伝送路行列生成手段は、前記マルチパスタイミングの伝送路ベクターと前記マルチパスタイミングの近傍の所定数の伝送路ベクターとを用いて前記伝送路行列を生成することを特徴とする請求項22記載の無線装置。

[24] 受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA(Code Division Multiple Access)にて通信を行う無線装置であって、

前記受信信号から伝送路状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路状態推定手段で推定された伝送路状態に応じて前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する判定手段と、前記判定手段で前記等化器による等化が必要な



伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを有することを特徴とする無線装置。

- [25] 前記伝送路状態推定手段は、信号対干渉電力比と信号対雑音電力比と信号対雑音干渉電力比雑音とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値が予め設定された所定値より大きい場合に前記等化器による等化が必要な伝送路と判定し、前記所定値より小さい場合に前記等化器による等化が不要な伝送路と判定することを特徴とする請求項24記載の無線装置。

- [26] 前記伝送路状態推定手段は、マルチパス数とマルチパス間隔と遅延分散とのうちの少なくとも一つを推定し、

前記判定手段は、前記伝送路状態推定手段の推定値から前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定することを特徴とする請求項24記載の無線装置。

- [27] 受信信号を等化する等化器と、前記受信信号から既知の信号を用いてマルチパスのタイミングを検出するマルチパスタイミング検出手段とを含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

前記マルチパスタイミング検出手段で検出されたマルチパスタイミングからマルチパス状態を基に前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを有することを特徴とする無線装置。

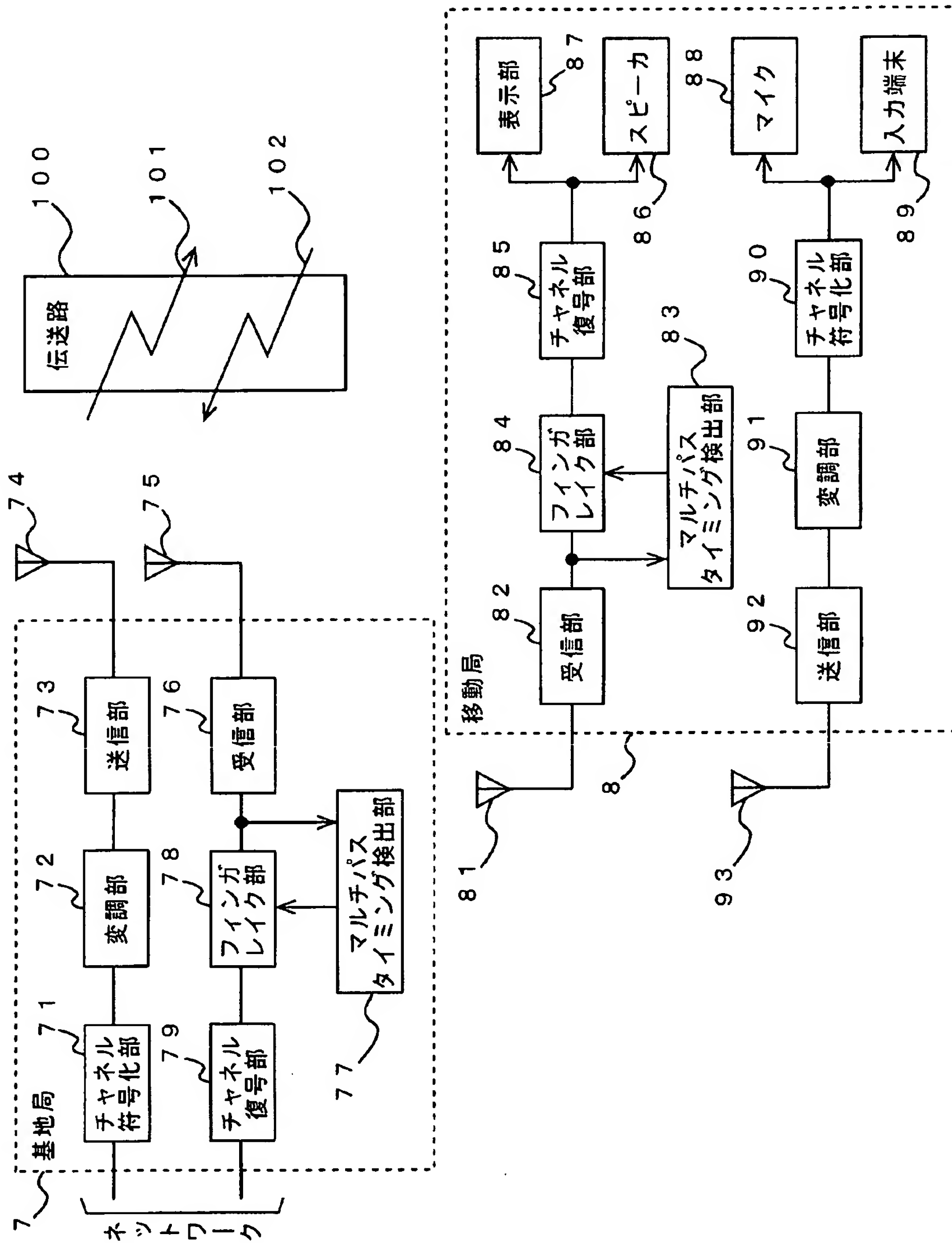
- [28] 受信信号を等化する等化器を含みかつCDMA (Code Division Multiple Access) にて通信を行う無線装置であって、

少なくとも多重されるコード数が一定値以上である伝送状態を基準として前記等化器による等化が必要な伝送路か否かを判定する伝送路判定手段と、前記伝送路判

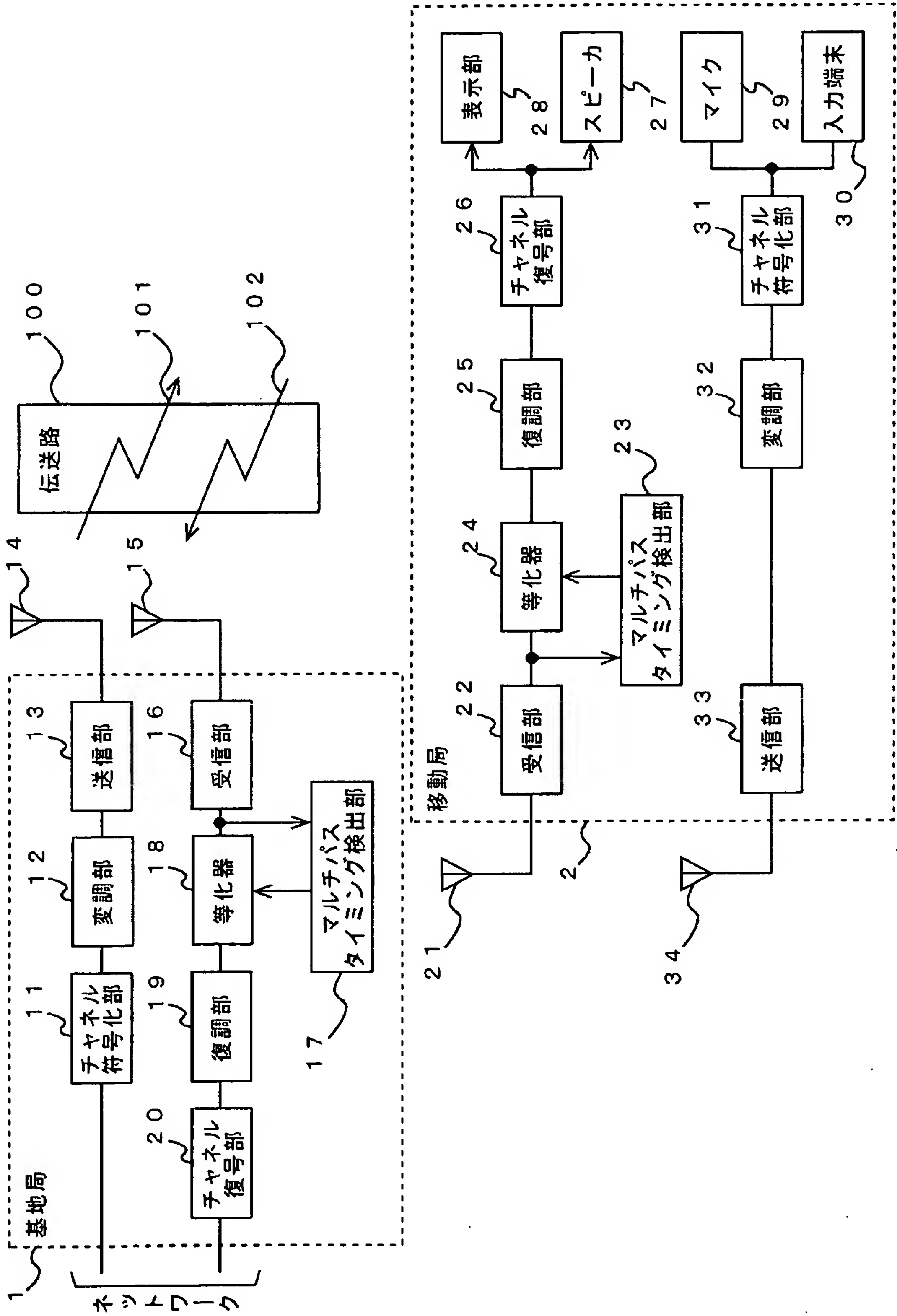


定手段で前記等化器による等化が必要な伝送路と判定された時に前記等化器を動作させて前記受信信号を等化しかつ前記伝送路判定手段で前記等化器による等化が不要な伝送路と判定された時に前記受信信号がフィンガレイク手段を通過するようにして前記等化器による等化を抑止する選択手段とを有することを特徴とする無線装置。

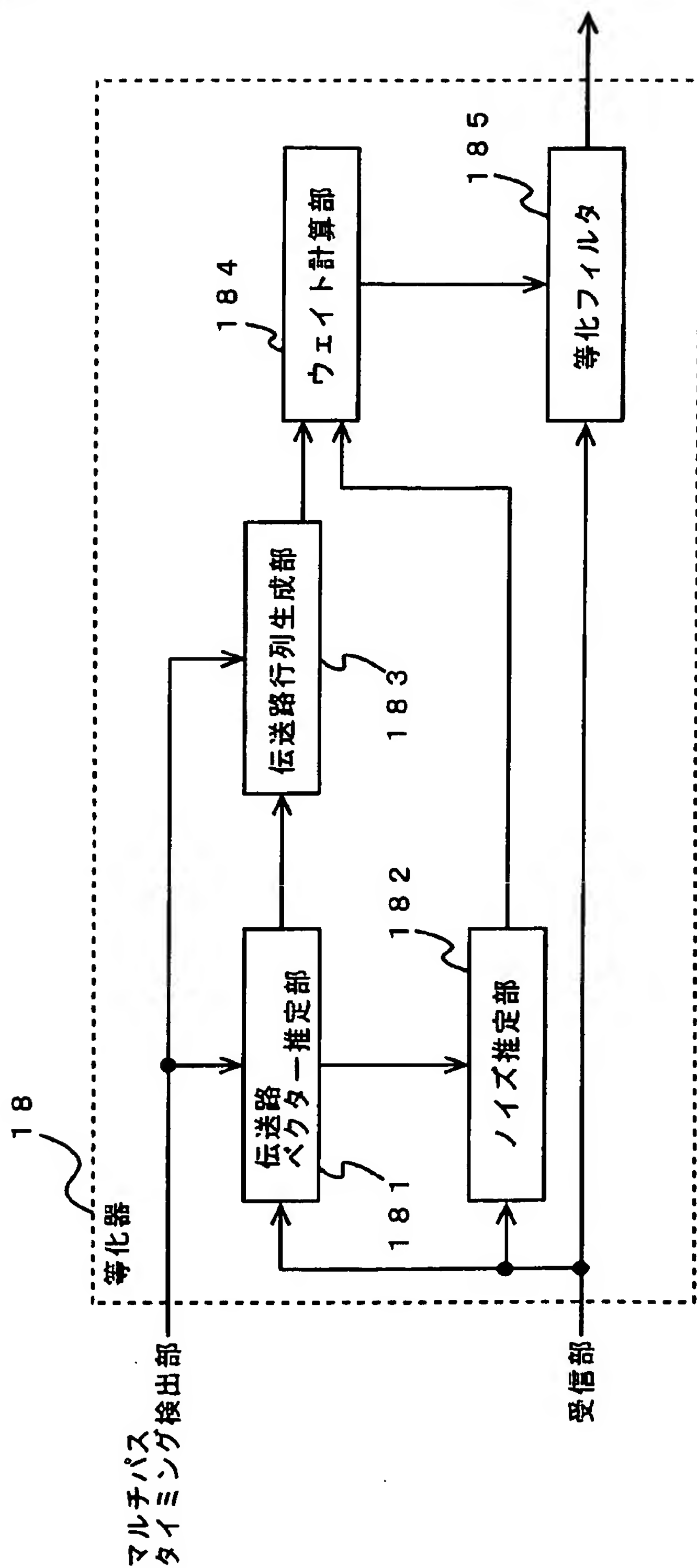
[図1]



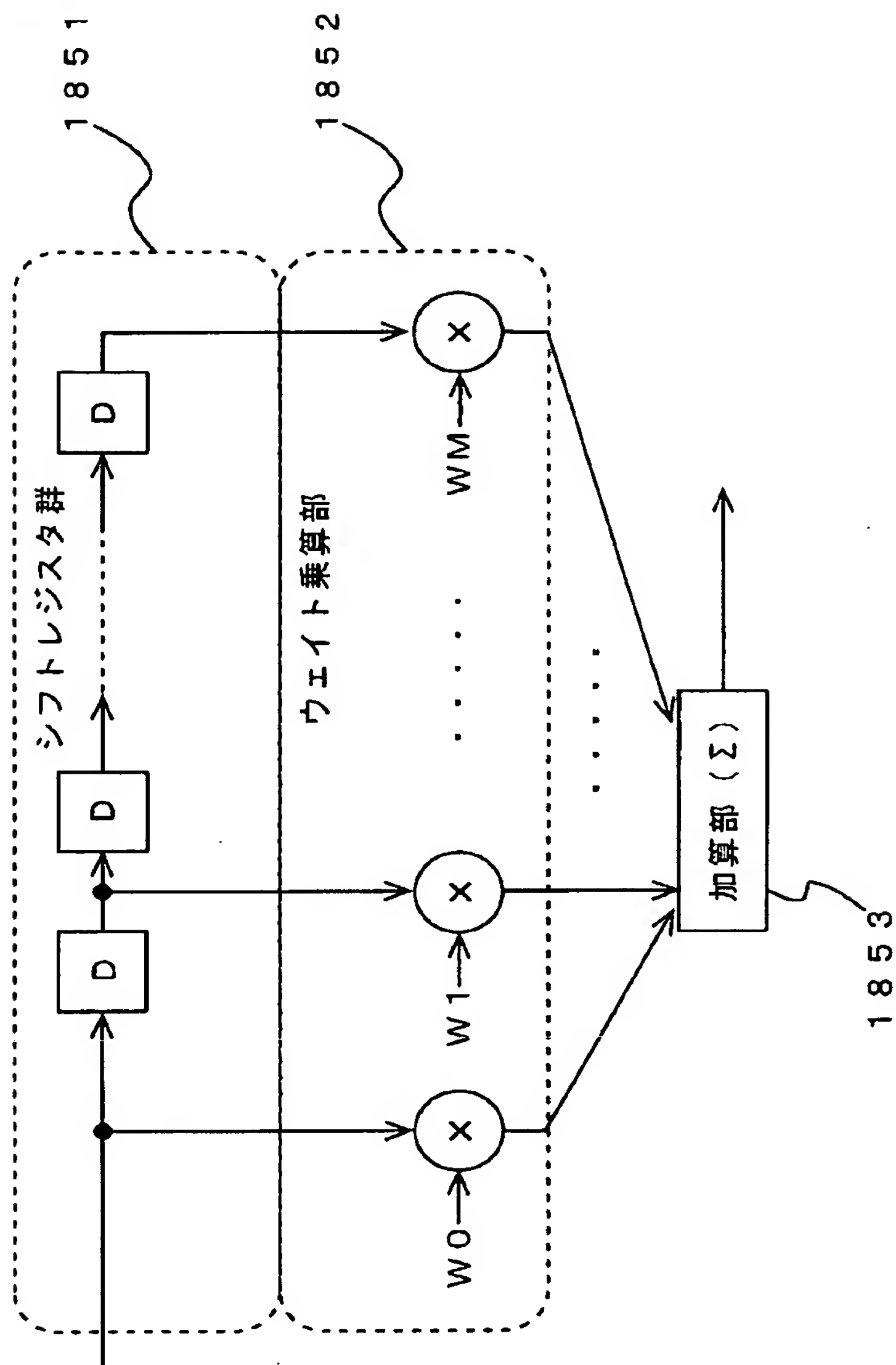
[図2]



[図3]

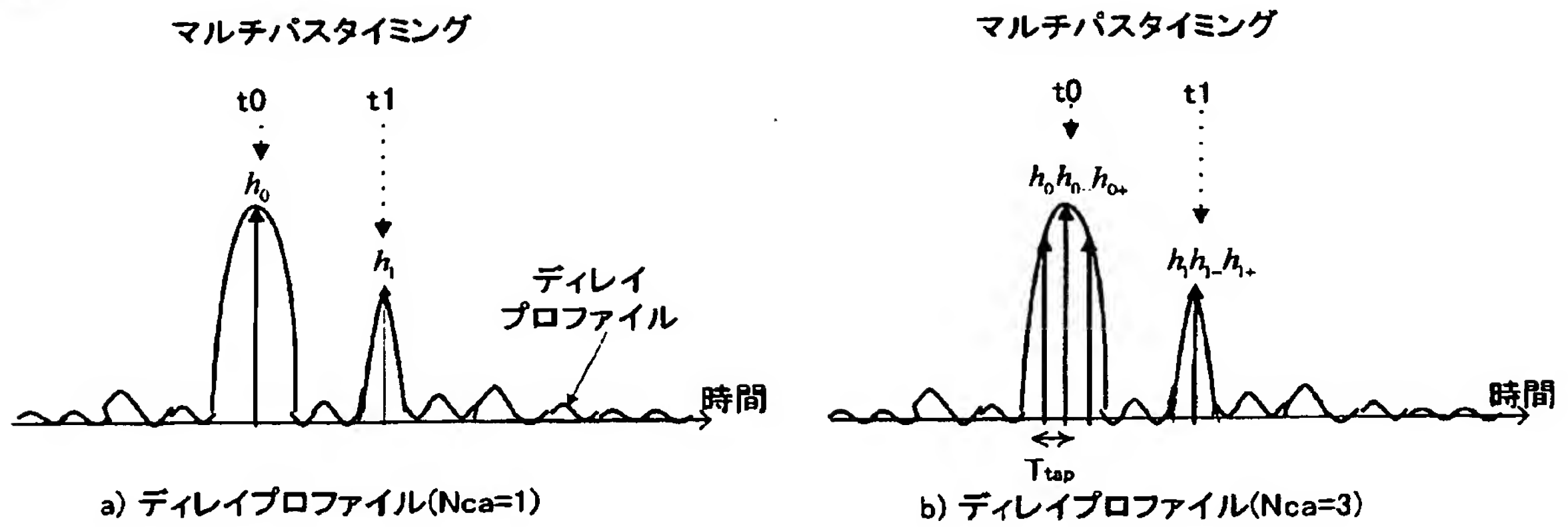


[図4]





[図5]



$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_{Nca=1} = \begin{bmatrix} h_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & h_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_0 \\ h_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & h_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_1 \end{bmatrix} \quad \Delta n = (t_1 - t_0) / T_{\text{tap}}$$

c) 伝送路行列(Nca=1)

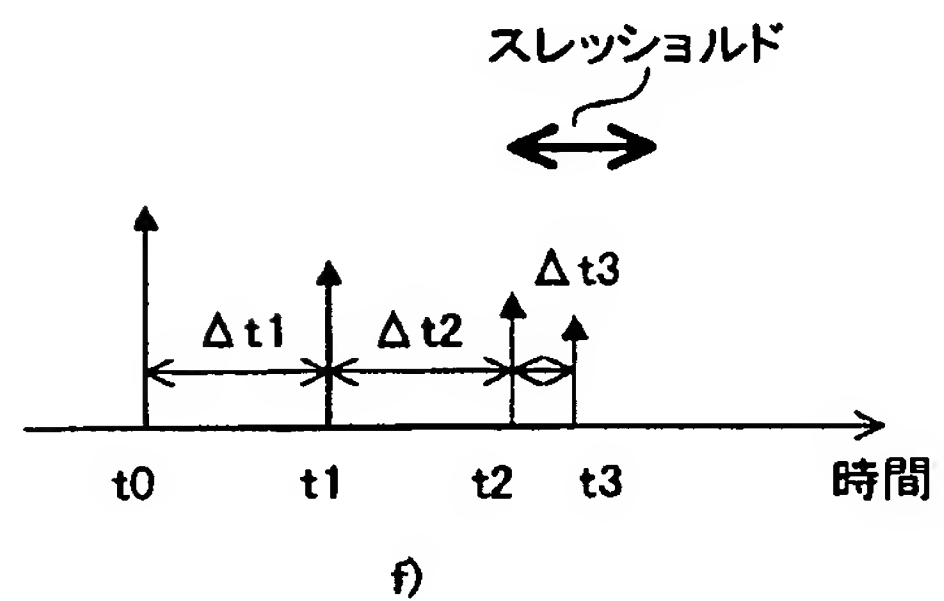
$$\mathbf{H}_{Nca=3} = \begin{bmatrix} h_0 & h_{0-} & 0 & 0 \\ h_{0+} & h_0 & h_{0-} & 0 \\ 0 & h_{0+} & h_0 & h_{0-} \\ h_{1-} & 0 & h_{0+} & h_0 \\ h_1 & h_{1-} & 0 & h_{0+} \\ h_{1+} & h_1 & h_{1-} & 0 \\ 0 & h_{1+} & h_1 & h_{1-} \\ 0 & 0 & h_{1+} & h_1 \end{bmatrix} \quad \Delta n$$

d) 伝送路行列(Nca=3)

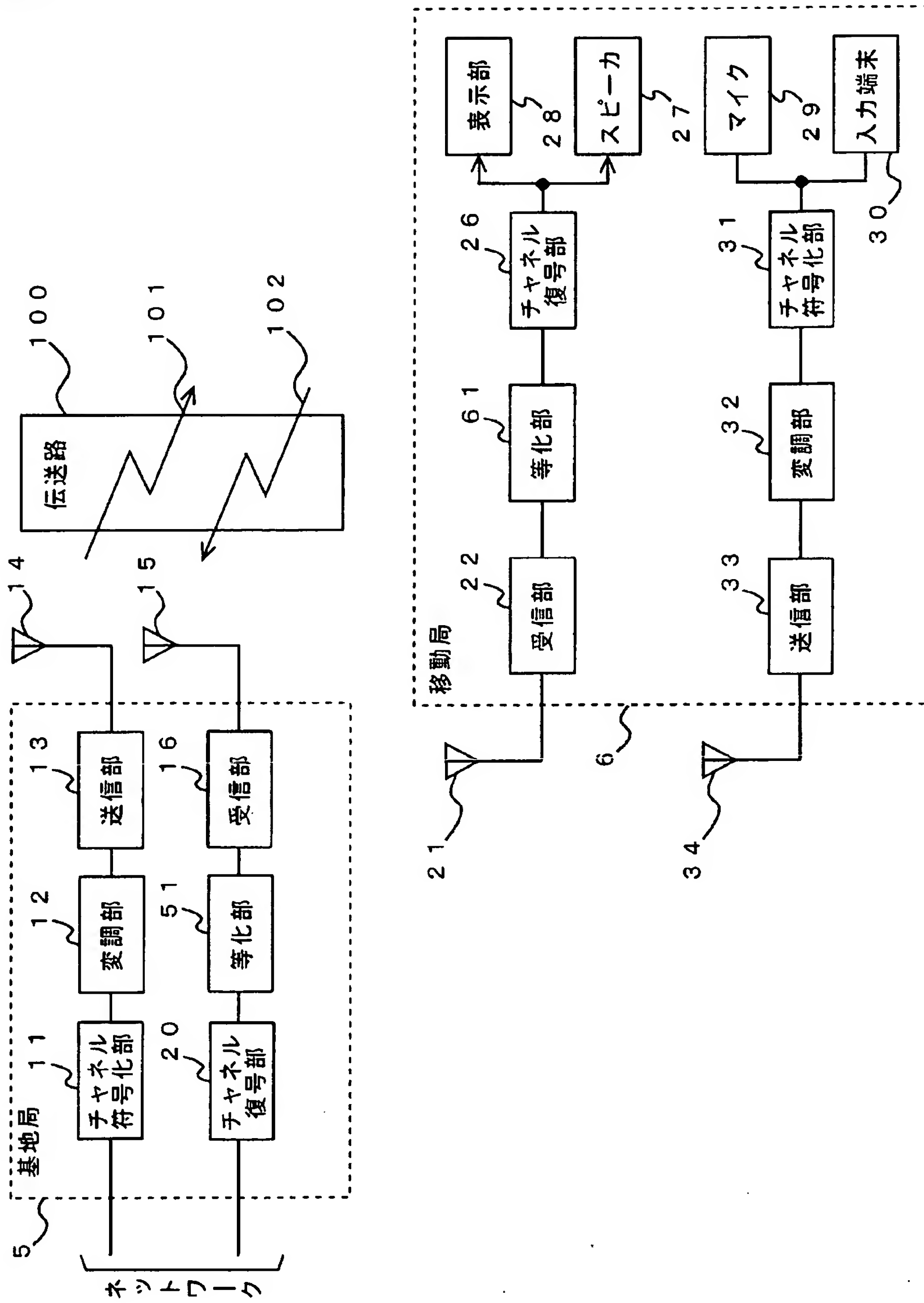
$$\mathbf{H}_{Nca=5} = \begin{bmatrix} h_0 & h_{0-} & h_{0-2} & 0 \\ h_{0+} & h_0 & h_{0-} & h_{0-2} \\ h_{0+2} & h_{0+} & h_0 & h_{0-} \\ h_{1-} & h_{0+2} & h_{0+} & h_0 \\ h_1 & h_{1-} & h_{0+2} & h_{0+} \\ h_{1-} & h_1 & h_{1-} & h_{0+2} \\ h_{1+2} & h_{1+} & h_1 & h_{1-} \\ 0 & h_{1+2} & h_{1+} & h_1 \end{bmatrix} \quad \Delta n$$

e) 伝送路行列(Nca=5)

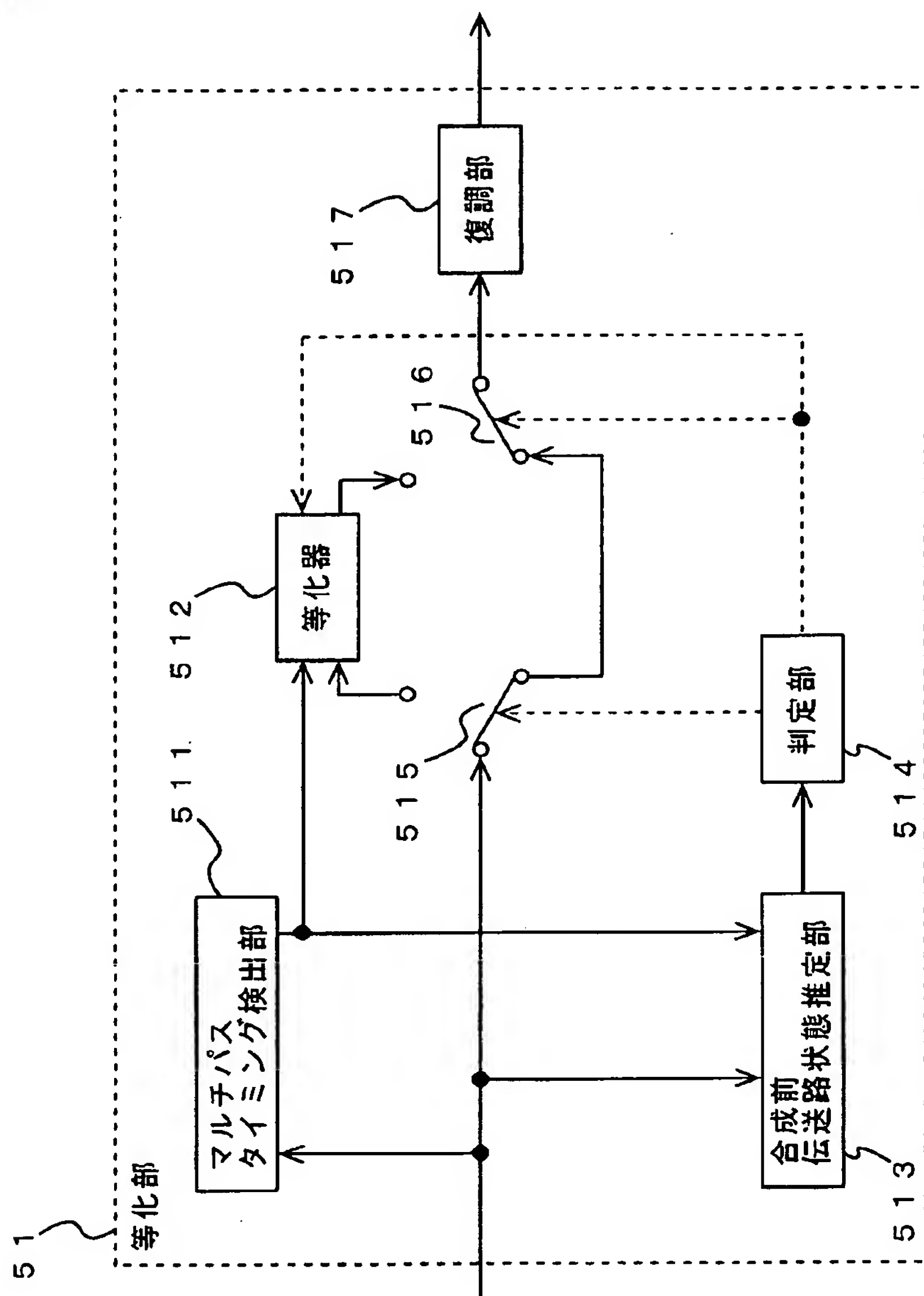
$$\mathbf{W} = (\hat{\mathbf{H}}^H \hat{\mathbf{H}} + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} \hat{\mathbf{H}}^H$$



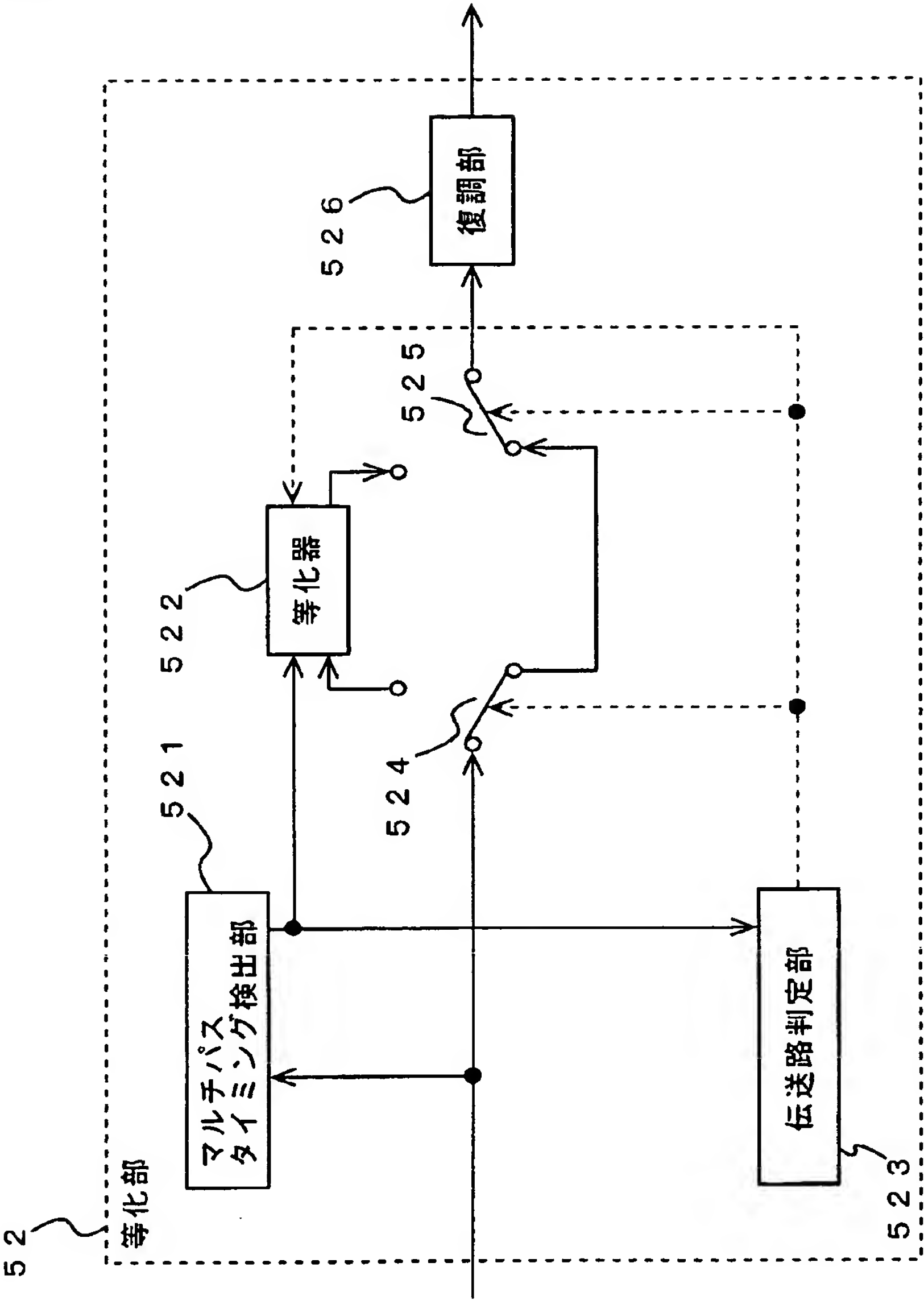
[図6]



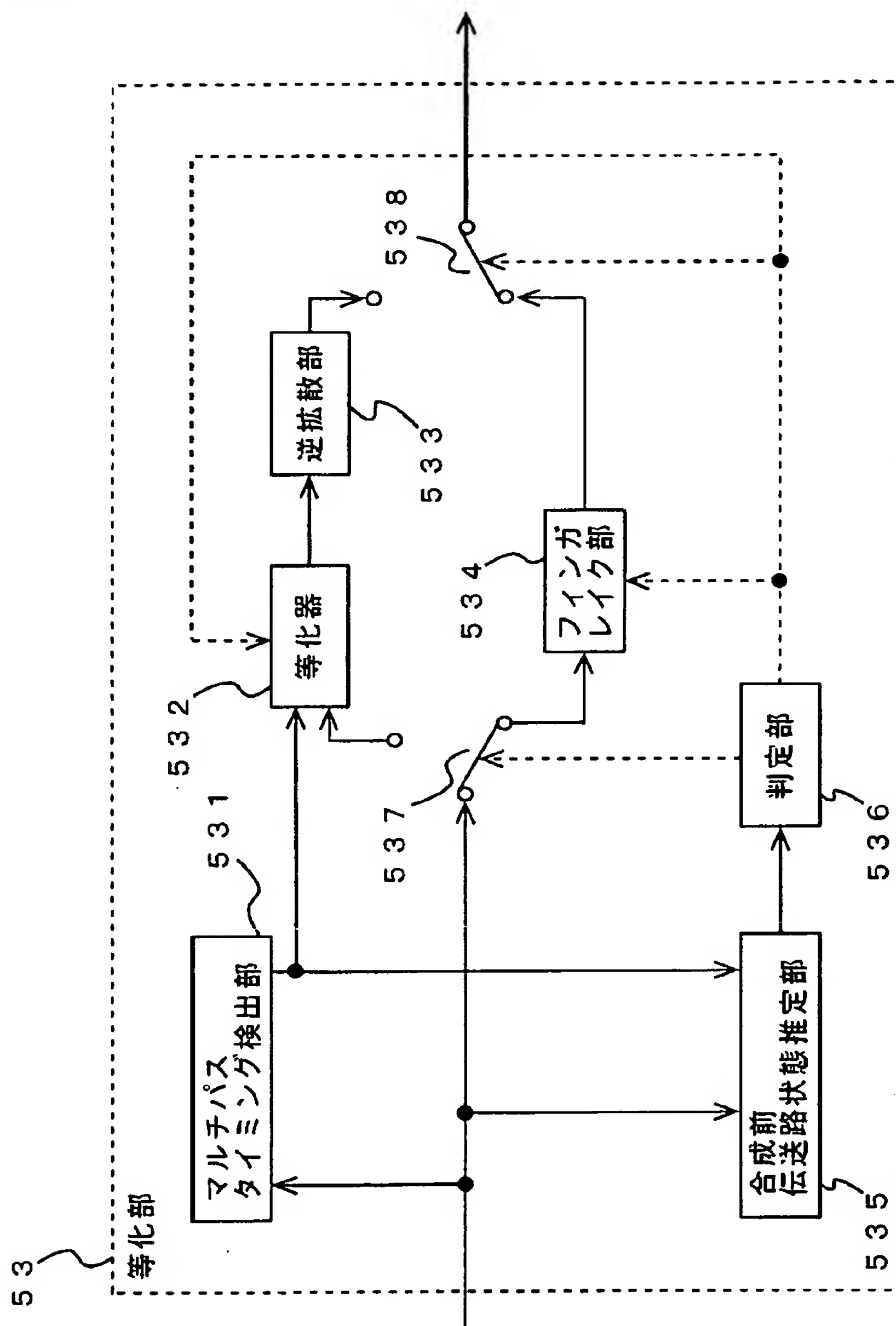
[図7]



[図8]

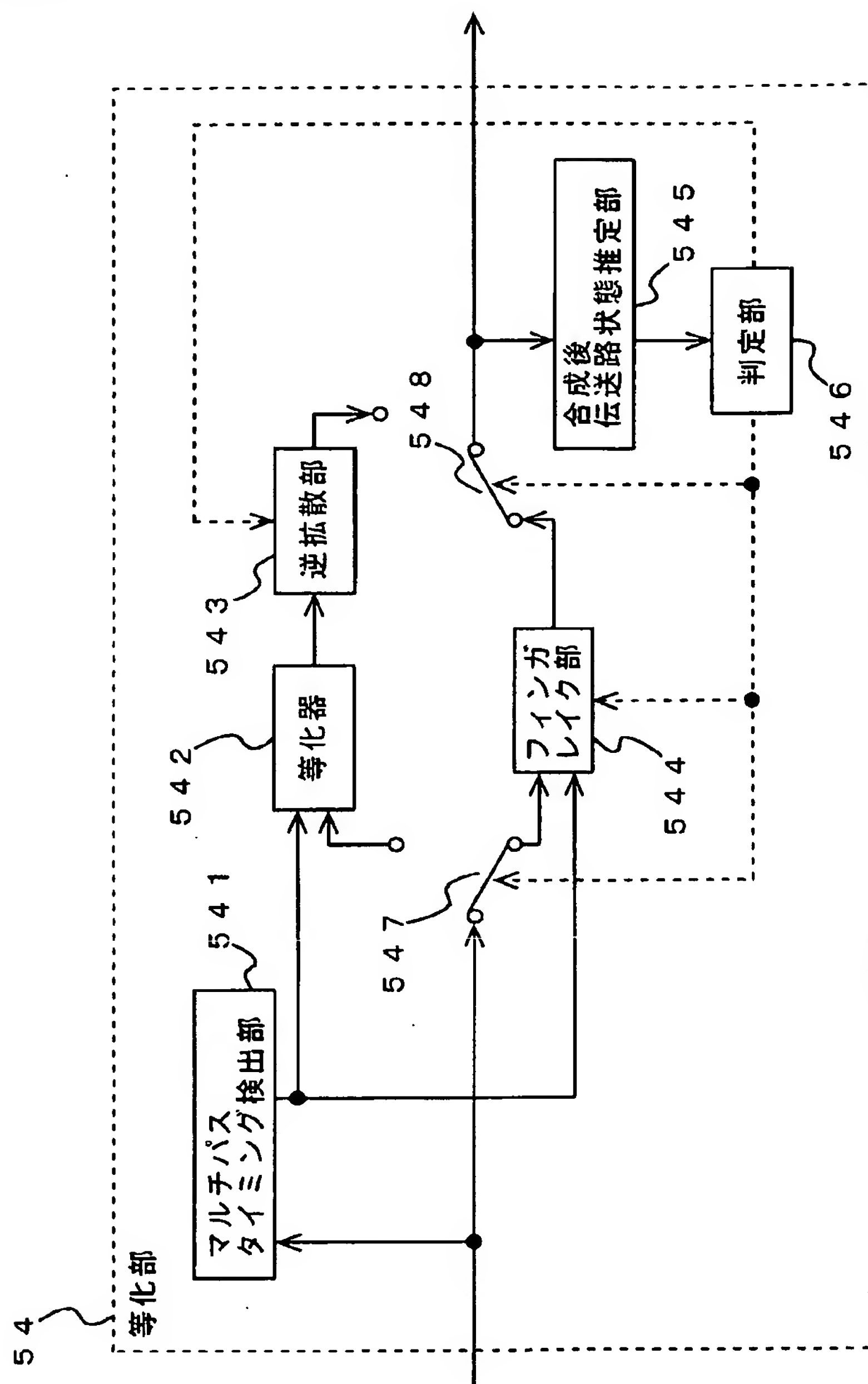


[図9]

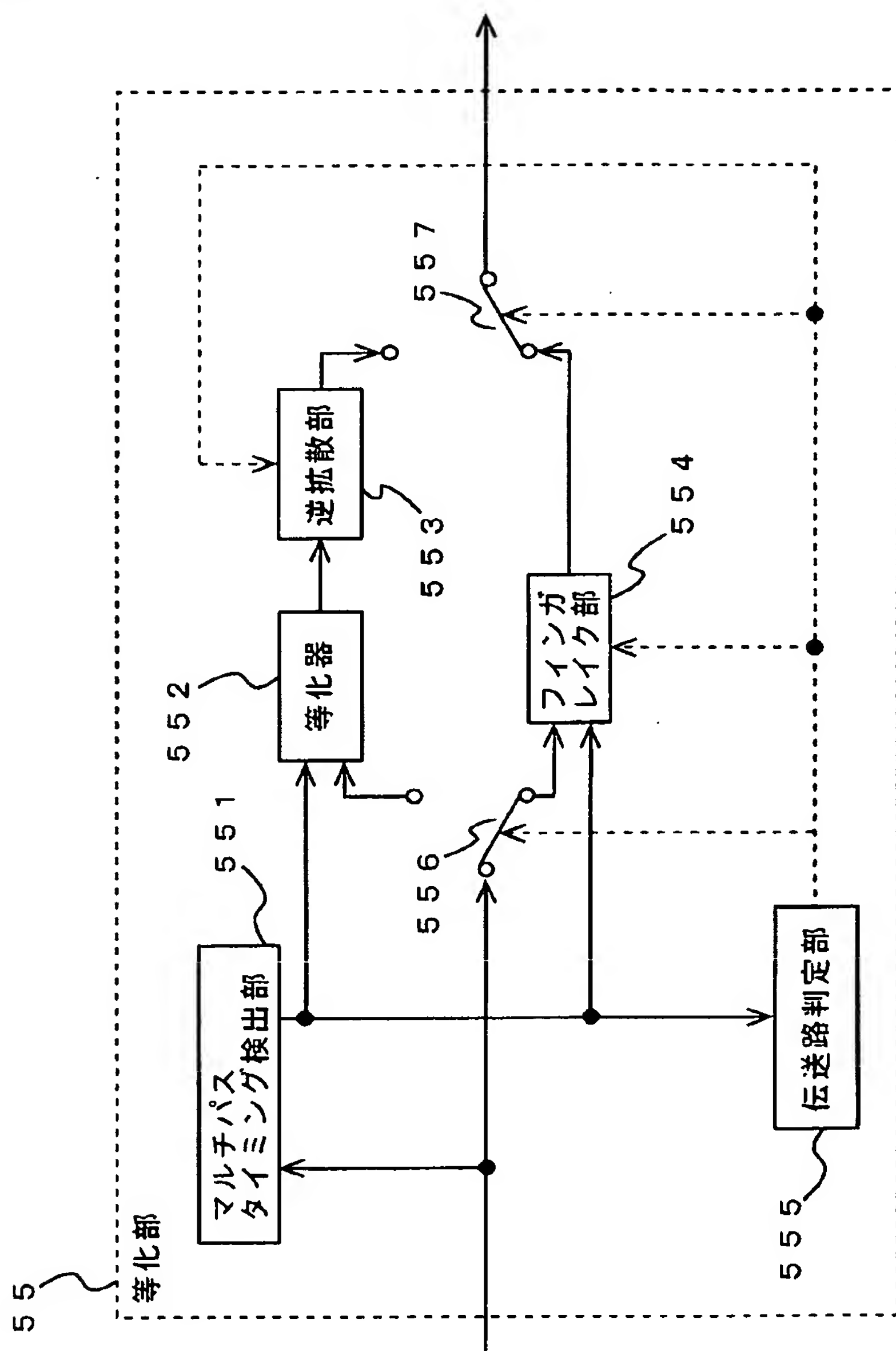




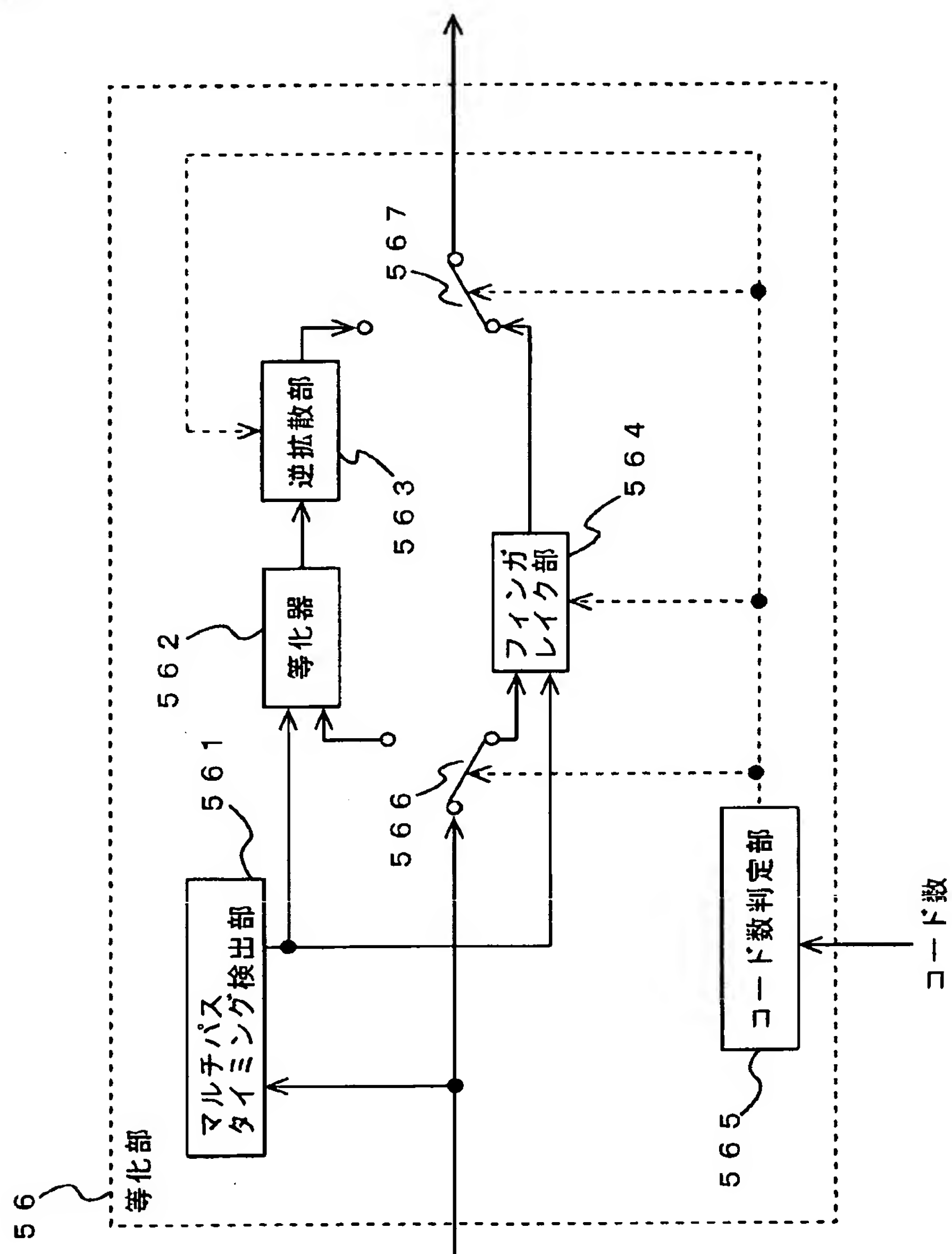
[図10]



[図11]



[図12]



[図13]

